

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Ekonomické porovnání technologie výroby hadicového ventilu

Economic Comparison of Hose Valve Manufacturing Technology

Student: Milan Halamka
Vedoucí bakalářské práce: prof. Dr. Ing. Josef Brychta

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student:

Milan Halamka

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Ekonomické porovnání technologie výroby hadicového ventilu
Economic Comparison of Hose Valve Manufacturing Technology

Zásady pro vypracování:

1. Stručné seznámení s firmou a její historií.
2. Charakteristika hadicového ventilu včetně výkresové dokumentace.
3. Technologický postup výroby na konvečním soustruhu.
4. Technologický postup výroby na CNC soustruhu.
5. Ekonomické porovnání nákupu nového nebo repasovaného CNC soustruhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábání*. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [3] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Josef; JURKO, Jozef; *Top trendy v obrábění, I. část – Obráběné materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o. Žilina, 2006. 205 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [4] SADÍLEK, M. *CAM systémy v obrábění I. - II. doplněné vydání*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2010. 138 s. ISBN 978-80-248-2278-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Dr.Ing. Josef Brychta**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 5. 2013.....

Miloslav Holomka

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

20.5.2015

Milan Halamka

Milan Halamka

Trstěnická 968

570 01 Litomyšl

Anotace bakalářské práce

HALAMKA, M. *Ekonomické porovnání technologie výroby hadicového ventilu*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2013, 50 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce: BRYCHTA, J.

Bakalářská práce se zabývá minimalizací výrobních nákladů strojní součásti. Cílem této práce je nalézt ekonomicky nejvýhodnější způsob výroby hadicového ventilu. V úvodu je popsán princip a použití strojní součástky, dále je uvedena stávající technologie výroby. Po zhodnocení současného postupu následuje vyčíslení nákladů při výrobě komponentů v kooperaci a jejich porovnání. Výsledkem práce je ekonomicky přijatelné řešení zhotovení hadicového ventilu a na základě zjištěných údajů je provedena kalkulace návratnosti finančních prostředků při zakoupení nového CNC soustruhu.

Annotation of bachelor paper

HALAMKA, M. *Economic comparison of the squeeze valve production technology*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2013, 50p. Bachelor paper. Thesis head: BRYCHTA, J.

This bachelor paper focuses on the minimisation of the production costs of a machine part. The goal of this bachelor paper is to find the most economically convenient solution for the production of a squeeze valve. The introductory part of the paper contains a description of the principle and the use of the part; further on it provides a description of the current production technology. The evaluation of the present procedure is followed by the quantification of the costs of the component production in cooperation and their comparison. The output of this bachelor paper is an economically reasonable solution of the squeeze valve production and upon the actual data a calculation of the financial costs return for a new CNC lathe is done.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
1 Úvod	9
2 Představení firmy.....	10
2.1 Mořička obilí	10
3 Hadicový ventil firmy AKO	11
3.1 Funkce ventilu	11
3.2 Ovládání hadicového ventilu	12
3.3 Hlavní přednosti ventilu	13
3.4 Použití v průmyslu	13
3.5 Druhy hadicových ventilů firmy AKO	13
3.5.1 Druhy připojení	14
3.5.2 Rozdělení vnitřních manžet.....	15
3.5.3 Dovolенý tlak média	15
4 Ventil VMP 010.04 K.7.....	16
4.1 Manžeta - materiál EPDM	17
4.2 Těleso a příruby - materiál POM	18
4.3 Zhodnocení dodávaného ventilu.....	19
5 Závitová spojka Legris	19
6 Hadicový ventil HV 10.....	21
6.1 Dural 2007	23
6.2 Zhodnocení výroby tělesa svěrače na konvenčním soustruhu.....	24
6.3 Zhodnocení výroby kuželky na konvenčním soustruhu	25
6.4 Zkouška ventilu HV 10	25
6.5 Kalkulace výroby ventilu HV 10.....	26
6.5.1 Náklady na hodinu práce ve firmě Cimbria	26
6.5.2 Náklady na vstupní materiál DURAL 2007	26
6.5.3 Náklady na nákup komponentů	27
6.5.4 Náklady při výrobě na konvenčním soustruhu z Duralu	27

7 Návrh řešení	28
7.1 Kalkulace výroby na CNC soustruhu z Duralu	29
7.2 Kalkulace výroby na CNC soustruhu z POM - 20 kusů	31
7.3 Kalkulace výroby na CNC soustruhu z POM - 120 kusů	33
7.4 Shrnutí celkových nákladů	34
8 Pryžová manžeta VERDERPRENE.....	35
8.1 Kalkulace s manžetou Verderprene.....	35
9 Zkrácení zkoušky ventilu HV10.....	36
10 Nákup CNC soustruhu	37
10.1 Efektivní časový fond stroje	38
10.2 Porovnání soustružnických prací	38
10.3 Porovnání obráběcích technologií	40
10.3 Předběžná kalkulace úspor	40
10.3 CNC soustruh PG 330	41
10.4 Hodinová sazba stroje	42
10.5 Návrh návratnosti finančních prostředků při zakoupení CNC stroje.....	44
11 Diskuze.....	46
12 Závěr	47
13 Seznam příloh.....	48
14 Seznam použité literatury a zdrojů.....	49

Seznam použitých značek a symbolů

bar	[-]	vedlejší jednotka tlaku soustavy Si
CNC	[-]	Computer Numerical Control - <i>Číslicové řízení pomocí počítače</i>
Cs	[Kč]	cena stroje
DN	[mm]	Diameter Nominal - <i>Jmenovitý průměr</i>
E_{ef}	[hod]	efektivní časový fond stroje za rok
EN AW	[-]	evropská norma, aluminium, tvářené výrobky
L	[Kč]	likvidační hodnota
N_{Caut}	[Kč]	náklady při výrobě na CNC stroji
N_{Kon}	[Kč]	náklady při výrobě na konvenčním stroji
N_d	[Kč]	náklady na demontáž
N_{hS}	[Kč/ hod]	hodinová sazba stroje
N_i	[Kč]	náklady na instalace stroje
N_K	[Kč]	náklady na obrobení jednoho kusu
P_K	[-]	počet kusů v sérii
POM	[-]	druh plastické hmoty
P_{rok}	[-]	počet kusů vyrobených za rok
S_f	[Kč/ hod]	fixní hodinová spotřeba
Shore A	[mm]	tvrdost zjištěná zkouškou odrazem podle Shorea
t_{Cnc}	[hod]	výrobní čas CNC stroje
t_{Kon}	[hod]	výrobní čas konvenčního stroje
t_C	[hod]	celkový čas výroby série
t_{DCnc}	[hod]	přípravný čas CNC stroje
t_{DKon}	[hod]	přípravný čas konvenčního stroje
t_K	[hod]	čas výroby jednoho kusu
T_U	[rok]	doba úhrady
U	[Kč]	ekonomický přínos za rok
Z	[roky]	doba životnosti

Není možné za penězi běžet, ale jít penězům naproti.

Aristotle Onassis

1 Úvod

Žijeme v době, kdy z montážních linek automobilových koncernů sjíždí každou sekundu nový vůz, ale i většina ostatních produktů je vyráběna pásově ve statisícových nebo miliónových sériích. Jako protipól k těmto velkovýrobním kolosům existují malé firmy, které se zabývají vývojem jednoúčelových strojů vyráběných kusově nebo malosériově. Předpokládá se, že takto vyráběná zařízení budou relativně drahá vzhledem k velkému podílu ruční práce, a tím i větším nákladům na mzdy. Dalším, velmi podstatným faktorem, který nepříznivě ovlivňuje cenu jednoúčelových strojů, je i vysoká cena vstupních komponentů, které firmy nakupují v malých objemech, a proto nedosáhnou na výrazné množstevní slevy. To má za následek, že i technicky nenáročný díl musí firma nakupovat v řádech tisíců korun. Jestliže má firma dostatek výrobních kapacit a dokáže zhotovení součástky přizpůsobit svému strojnímu vybavení, začne si drahé díly vyrábět svépomocí.

Ve své bakalářské práci se snažím o minimalizaci výrobních nákladů hadicového ventilu, který je běžně na trhu, ale firma CIMBRIA HMD, s. r. o. Litomyšl si tento díl začala vyrábět sama.

2 Představení firmy

CIMBRIA HMD, s.r.o sídlí v Litomyšli, zabývá se vývojem, výrobou a servisem zemědělských zařízení a strojů, především pro moření osiv a jeho následné balení. Své stroje dodává do téměř všech zemí EU, ale i do Argentiny, USA a Číny. Firma vznikla pod názvem HMD v roce 1991 na základech firmy OSEVA. V roce 2002 došlo k sloučení s dánskou firmou CIMBRIA, ta rozhoduje o strategickém plánování a investicích. Výrobní program firmy zůstal zachován a dále se rozvíjí o výrobu linek pro dopravu a zpracování granulátů a výrobu automatických paletizačních linek pro sypké materiály.

O kvalitách firmy nejlépe vypovídá skutečnost, že v naší „internetové“ době firma nepokládala za nutné zřídit si vlastní internetové stránky, nikde neinzeruje, a přesto má zajištěnou práci na 12 měsíců dopředu pro svých více než 70 zaměstnanců. Firma CIMBRIA HMD, s. r. o. Litomyšl (dále jen Cimbria) klade důraz na výborné dílenské zpracování, má detailní znalost problematiky moření osiva a stále si zachovává lidský přístup ke svým zaměstnancům i zákazníkům. Firma svým působením dokazuje staré české přísloví, že řemeslo má zlaté dno.

Hlavními produkty, které firma vyvíjí, jsou mořičky obilí.

2.1 Mořička obilí

Obilí, které bude použito jako osivo, se musí ošetřit proti plísním, parazitům, apod. Tato ochrana osiva se provádí mořidlem, což je finančně velmi nákladná chemikálie připravená pro daný druh obiloviny.

Z násypky přichází osivo přes dávkovací klapku na rotační talíř, který je umístěn v aplikační komoře. Zde dojde k aplikaci mořidla, a poté osivo proudí k pytlovacímu zařízení. Při nedostatečném namoření osivo napadnou škůdci, přemořená semena nevzejdou kvůli velkému množství chemikálie. Kvalitní mořičku od nekvalitní odlišuje schopnost stroje zajistit, aby mořidlo rovnoměrně pokrývalo celý povrch zrna a aby se zrna vlivem rotace nepoškodila. Tato účinnost se zjišťuje pomocí laboratorních testů namořeného osiva.

Výkonnost strojů se liší podle velikosti od desítek kilogramů až po několik tun namořeného osiva za hodinu.

Firma Cimbria z důvodu přesného dávkování mořidla nakupuje hadicové ventily od firmy AKO. V závislosti na zakázkách jich koupí 150 až 200 kusů za rok.

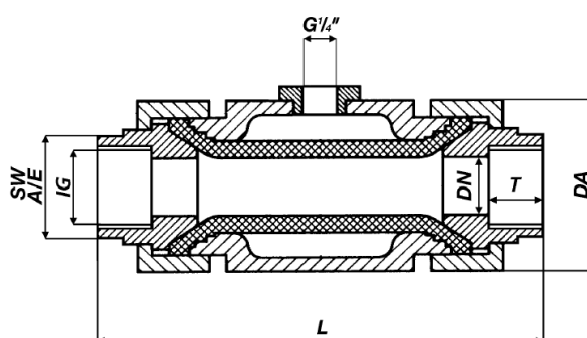
3 Hadicový ventil firmy AKO

Hadicový ventil je pneumaticky řízená uzavírací armatura. Používá se při transportu všech známých médií. Ventil je vhodný pro kapaliny, práškové hmoty, pasty, granuláty, osivo, kaly, stavební materiály, potravinářské a farmaceutické produkty, atd. Lze jej použít i v chemicky agresivním prostředí nebo v prostředí s nebezpečím výbuchu. Jednoduchost provedení s minimem konstrukčních dílů vylučuje ucpání průřezu, což zaručuje dlouhou životnost a zanedbatelné náklady na údržbu. Plastové nebo kovové vnější těleso je možné kombinovat s různým provedením koncovek podle požadovaného druhu připojení a s několika druhy manžet. Montáž ventilu, případně výměna vnitřní manžety, je velmi snadná a nevyžaduje odborný servis.

[1] [4]



Obrázek 1: Hadicové ventily [5]

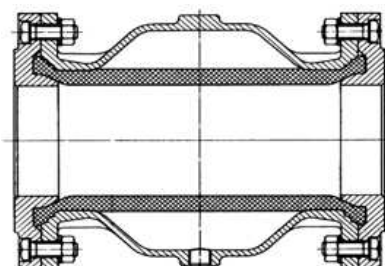


Obrázek 2: Schéma hadicového ventilu [4]

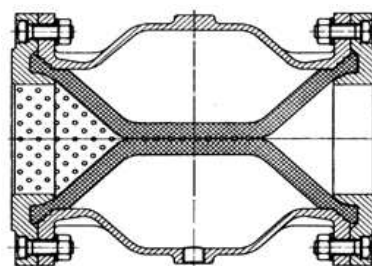
3.1 Funkce ventilu

Hadicový ventil se skládá z tělesa ventilu, které je vyrobeno ze slitin hliníku, plastu, případně z nerezové oceli. Do tělesa ventilu je vložena vysoce elastická manžeta, která je přidržována krajními koncovkami. Po přivedení tlakového vzduchu do prostoru mezi manžetu a těleso ventilu se manžeta zploští, a tím uzavře průtok média v potrubí. Při odlehčení tlakového vzduchu se pryžová manžeta vlivem své elasticity a působením tlaku proudícího média opět otevře do plného průřezu.

[2]



Obrázek 3: Otevřený hadicový ventil [1]



Obrázek 4: Uzavřený hadicový ventil [1]

3.2 Ovládání hadicového ventilu

Provozní tlak v potrubí se volí v závislosti na jmenovité světlosti armatury a podle druhu proudícího materiálu v rozmezí od 2 do 6 bar (0,2 - 0,6 Mpa).

Řídící médium je tlakový vzduch. Ovládání se většinou provádí pomocí 3/2-cestného magnetického ventilu (3 vstupy / 2 ovládací polohy). K zajištění správné funkce hadicového ventilu je nutné, aby ovládací (diferenční) tlak působící na manžetu byl přibližně o 2 bar (0,2 Mpa) větší, než je provozní tlak proudící látky. Výrobce proto doporučuje, aby mezi zdroj stlačeného vzduchu a hadicový ventil byl vložen tlakový regulátor (schéma zapojení - obrázek 5).

[2]

Dále je možné předřadit před řídící ventil řízený zpětný ventil (schéma zapojení - obrázek 6), který zabrání případnému samovolnému otevření hadicového ventilu při výpadku tlaku (při poruše kompresoru, výpadku el.proudu, apod.).

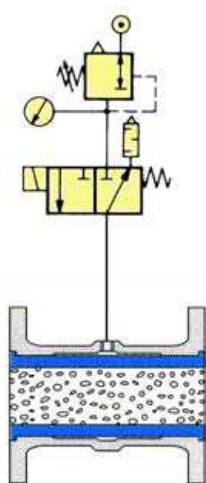
[2]

Je-li nutné zajistit okamžité otevření ventilu, například při přesném odvažování surovin, pak se do přívodu vzduchu k hadicovému ventilu vloží rychloodvzdušňovací ventil nebo tlakově řízený zpětný ventil, který zajistí žádoucí pokles diferenčního tlaku v prostoru mezi tělesem ventilu a manžetou, aby medium mohlo proudit bez časové prodlevy.

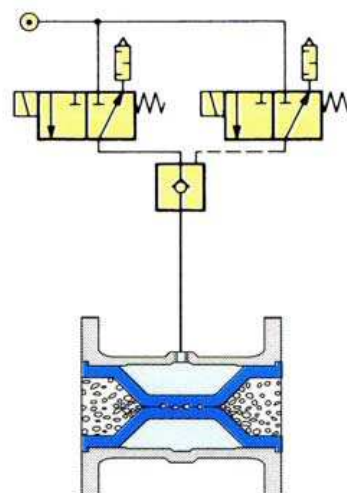
[2]

Pro zjištění případné trhliny v manžetě je vhodné mezi pilotní ventil a hadicový ventil vložit tlakový spínač. Hadicový ventil se pak odzkouší na otevírací i zavírací tlak a lze tak z určitostí zjistit, je-li manžeta funkční.

[2]



Obrázek 5: Schéma zapojení
s předřazeným regulátorem tlaku [2]



Obrázek 6: Schéma zapojení
s tlakově řízeným zpětným ventilem [2]

3.3 Hlavní přednosti ventilu

Na rozdíl od uzavíracích kohoutů hadicový ventil neobsahuje mechanické komponenty, které by se mohly zadřít, zalehnout nebo jinak ztratit funkčnost vlivem koroze, vodního kamene či jiných usazenin. Ucpaní ventilu je vyloučeno. Třecí i tlakové ztráty ventilu jsou minimální. Jelikož ventil nemá žádné prostorově náročné ovládací komponenty (páčky, táhla, kolečka apod.), je možné hadicový ventil používat i ve stísněných prostorách. Životnost ventilu je limitována pouze životností manžety, která se opotřebovává v závislosti na hrubosti přepravovaného média. Výměna manžety je velmi snadná a zvládne ji každá proškolená obsluha stroje.

3.4 Použití v průmyslu

Volba připojení i výběr materiálu tělesa, přírub i manžety závisí na mnoha faktorech, jako je prostředí, ve kterém bude ventil používán, požadovaná zdravotní nezávadnost, teplota média, požadovaný pracovní tlak, hrubost dopravovaného materiálu, vlivy počasí apod.

Chemický průmysl	– manipulace s hnojivy, pigmenty
Potravinářský průmysl	– doprava ovocných moštů, čokolády, oříšků, jogurtů
Potrubní pneumatické dopravníky	– veškeré sypké hmoty
Úpravný odpadních vod	– použití při přečerpávání kalů.
Strojírenství	– pro chladicí emulze, podavače tyčí v CNC strojích
Stavební průmysl – cementárny	– regulace při navažování cementu, písku, šterku
Zemědělství	– síla na obiloviny
Sklářský průmysl	– použití při dávkování vstupních surovin

[2] [3]

3.5 Druhy hadicových ventilů firmy AKO

Firma AKO vyrábí ventily a příruby


- ze slitiny hliníku potažené práškovou technologií
- z elektrolyticky leštěné ušlechtilé oceli
- z plastické hmoty PVC nebo POM

Materiál POM nabízí ve třech variantách


- POM černý odolný povětrnostním vlivům
- POM přírodní (polyoxymetylen)
- elektricky vodivý POM

[4]

3.5.1 Druhy připojení

	přírubové připojení: Série VMC - jm. světlost DN 25 - DN 100	Al těleso, příruby ocel
	Série VF - jm. světlost DN 40 - DN 250	Al těleso, příruby různé
	Série VA - jm. světlost DN 40 - DN 150	těleso i příruby z oceli
	Série RVA - jm. světlost DN 25 - DN 450	tělesa - šedá litina, Al

Obrázek 7: Připojení pomocí příruby [4]

	s vnitřním závitem: Série VMC - jm.světlost DN 10 - DN 100	Al těleso, hrdla různá
	Série VMP - jm. světlost DN 10 - DN 50	těleso i hrdla z POM
	Série VF - jm. světlost DN 40 - DN100	těleso i příruby z Al

obrázek 8: Připojení vnitřním závitem [4]

připojení Clamp hrdlem: Série VMC - jm.světlost DN 10 - DN 100	Al těleso, příruby z oceli
---	----------------------------



Obrázek 9: Připojení Clamp hrdlem [4]

s přivařovanými konci : Série VMC - jm.světlost DN 10 - DN 100	Al těleso, příruby z oceli
---	----------------------------



Obrázek 10: Připojení přivařovanými konci [4]

se závitovými hrdly : Série VMC - jm. světlost DN 10 - DN 100	Al těleso, příruby z oceli.
Ventily této série jsou určeny pro potravinářský průmysl pro dopravu mléka a mléčných výrobků. Profil závitu je rádiusový.	
Ventily s metrickým ani s trubkovým závitem dodavatel nenabízí.	



Obrázek 11: připojení vnějším závitem [4]

[4]

3.5.2 Rozdělení vnitřních manžet

Do hadicových ventilů - série VF VA RVA - (DN 25 - DN 450) - vkládá dodavatel pryžové manžety vyztužené tkaninou. Do ostatních ventilů - série VCM VMP - (DN 10 - DN 100) - používá 12 druhů manžet. Přírodní pryž, přírodní pryž pro potravinářský průmysl, přírodní pryž pro vysoké teploty, Neopren, EPDM, EPDM pro potravinářský průmysl, Viton, Silikon, Nitril, Nitril pro potravinářský průmysl, Butyl, CSM.

[2] [4]

3.5.3 Dovolенý tlak média

při jmenovité světlosti - DN 10 až DN 150	maximální dovolený provozní tlak 6 bar
při jmenovité světlosti - DN 200	maximální dovolený provozní tlak 4 bar
při jmenovité světlosti - DN 250	maximální dovolený provozní tlak 2,5 bar

[4]

Převod jednotek

Základní jednotka tlaku v soustavě SI je [Pa] = N / m²

Ve strojírenské praxi se používá jednotka [Mpa] = N / mm²

V průmyslu se používá jednotka tlaku [bar] = N / cm²

Výrobce ventilů AKO i dodavatelé všech pneumatických dílů uvádějí jednotku tlaku 1 bar

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ Mpa} = 1 \text{ Kg/cm}^2 = 1 \text{ atm} = 100 \text{ kPa}$$

[6]

Hodnota tlaku je dále v bakalářské práci uvedena pouze v jednotkách bar.



Obrázek 12 : Ventily firmy AKO [7]

4 Ventil VMP 010.04 K.71

Firma Cimbria pro své finální výrobky nakupuje od firmy AKO (dále jen dodavatel) hadicové ventily s VNITŘNÍM ZÁVITEM G 1/2" série VMP 010.04 K.71

VMP druh série

010 jmenovitá světlost 10 mm

04 druh manžety - kód 04 označuje EPDM černé

K 71 materiál tělesa a přírub - POM přírodní

[1]

Ceníková cena je stanovena na 1.745 Kč bez DPH. Vyjednaná množstevní sleva činí 20 %, tzn., že konečná nákupní cena je 1396 Kč bez DPH. Cena je platná ke dni 11.11.2012.



obrázek 13 Ventil VMP 010.04 K.71 [5]

Tabulka 1: Charakteristika ventilu VMP 010.04 K 71

VENTIL VMP 010.04 K 71			
Připojení	vnitřní závit	Materiál tělesa	POM přírodní
Velikost připojení	G 1/2"	Materiál hrdla	POM přírodní
Vstup vzduchu	G 1/8"	Materiál manžety	EPDM černé
Jmenovitá světlost	10 mm	Max. teplota media	80°C
Pracovní tlak	2-6 bar		
Diferenční tlak	cca 2 bar	ceníková cena	1.745 Kč bez DPH
Směr proudění média	libovolné	cena po slevě	1.396 Kč bez DPH

4.1 Manžeta - materiál EPDM

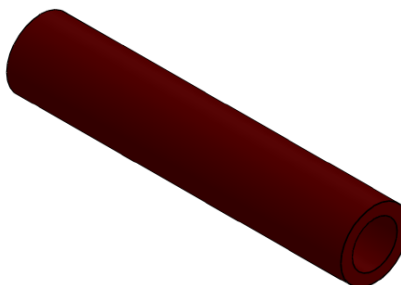
Ventil VMP 010.04 K 71 je dodáván s vnitřní elastickou manžetou vyrobenou z materiálu EPDM. Pryž EPDM je syntetický terpolymer na etylen-propylenové bázi. Je to základní směs pro běžné účely. Má velmi dobré mechanické i fyzikální vlastnosti. Odolává kyselinám, alkoholům i alkáliím, má však nízkou odolnost vůči ropným produktům. EPDM nepodléhá atmosférickým vlivům. Tato pryž se dělí do podskupin podle druhu použití. Používá se jako těsnící profily, desky, hadice atd.

[2]

Manžeta dodávaného ventilu je z materiálu EPDM 60 Z / V (dodavatel tento materiál označuje kódem 04). Teplotní odolnost je udávána od - 10°C do + 80°C. Teplotní rozmezí je platné v případě tekutých médií, u kterých nehrozí samovolné zvýšení teploty vlivem tření. Pro „suchá“ média např. písek, štěrk, oříšky apod. by maximální teplota měla být o 20°C až 30°C nižší.

[4] [8]

Vnitřní pryžová manžeta je jediný díl ventilu, který se mechanicky opotřebovává, a proto se při poškození musí měnit. Ceníková cena náhradní manžety je 598 Kč bez DPH. Po vyjednané množstevní slevě 20% konečná nákupní cena činí 478 Kč bez DPH.



Obrázek 14: Vnitřní manžeta

Tabulka 2: Charakteristika manžety 04 [8]

Manžeta 04			
Materiál	EPDM	Pevnost	80 MPa
Vnější průměr	15 mm	Tažnost	250%
Vnitřní průměr	10 mm	Min. provozní teplota	-10°C
Barva:	Černá	Max. provozní teplota	80°C
Specifická hmotnost	1,25 g / cm ²	ceníková cena	598 Kč bez DPH
Tvrdost:	60 Shore A	cena po slevě	478 Kč bez DPH

4.2 Těleso a příruby - materiál POM

Těleso i hrdla jsou u dodávaného typu vyrobeny z materiálu POM. Polyacetát POM je krystalický termoplast s vysokou pevností a tuhostí. Má vynikající obrobiteľnosť, rozměrovou stabilitu a vyhovuje nárokům kladeným na kvalitu povrchových ploch. Má výborné kluzné vlastnosti a dobrou odolnost proti opotřebením. Jeho absorpce vlhkosti je malá (0,8 %). Je to lehký konstrukční materiál vykazující i výbornou únavovou pevnost. Rozměrovou stabilitu, tuhost i pevnost lze ještě více zlepšit přidáním plniva ve formě skleněných vláken, čímž však dochází ke zhoršení kluzných vlastností. Rozlišujeme dva základní druhy materiálu POM: kopolymery (POM - C) a homopolymery (POM - H), které se liší svými vlastnostmi.

Kopolymery (POM - C) dosahují větší odolnosti proti oděru, lepší chemickou i tepelnou stálost a mají i vyšší rázovou houževnatost.

Homopolymery (POM - H) mají vyšší stupeň krystalizace, a proto vykazují i vyšší hustotu, pevnost i tvrdost.

[9]

Ventil VMP 010.04 K 71 je vyroben kopolymeru polyacetátu POM - C barva přírodní

POM - C je vhodný pro střední až vysoké kluzné namáhání, má dobrou odolnost proti opotřebením. Při obrábění tvoří krátkou až drobnou třísku. Díly vyrobené z POM - C jsou vhodné do prostředí s vysokou vlhkostí. Materiál použitý na ventil VMP 010.04 K 71 z důvodu kluznosti není vyztužen skelnými vlákny. POM - C neodolává účinkům UV-záření, a proto se nehodí do prostředí vystavené povětrnostním vlivům. Při působení UV-záření se povrch materiálu stává matným a následně křehne. Oproti tomu POM - C odolává organickým rozpouštědům, silným louhům, kyselinám, lihu, benzínu a olejům.

[10]

Tabulka 3: Charakteristika POM-C [10]

Mechanické a tepelné vlastnosti POM - C			
Objemová hmotnost	1,39 g/cm ³	Teplota tání	167°C
Mez kluzu	65 MPa	Tvarová stálost	105°C
Pevnost v tahu	70 MPa	Min. provozní teplota	-50°C
Tažnost	27%	rázová houževnatost	bez zlomu
Tvrdost podle Brinella	145 MPa	vrub.houževnatost	6 KJ/m ²
Tepelná vodivost	0,31 W/K m	barva	přírodní (bílá)

4.3 Zhodnocení dodávaného ventilu

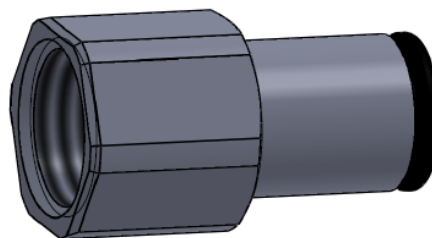
Materiál použitý na výrobu tělesa, přírub i manžety je pro firmu Cimbria vyhovující. Nevhodné je však připojení ventilu (obrázek 15), tedy vnitřní závit, protože přívodní potrubí se v tomto případě musí opatřit vnějším závitem, což je z hlediska konstrukce zhotovovaných strojů nevýhodné a případný zásah do systému je zdlouhavý.

Pro firmu by bylo výhodné, kdyby hadicový ventil měl připojení vnějším závitem, což dodavatel uvádí jako jednu variantu připojení - nabízí však pouze s rádiusovým závitem. (Viz – kapitola 3.5.2)

Firma po výrobci neúspěšně požadovala, aby bylo připojení opatřeno přírubami, které budou mít vnější závit G 1/2, aby byl ventil kompatibilní se závitovou spojkou Legris 3114 1221 (obrázek 16)



Obrázek 15: Připojení dodávaného ventilu [5]

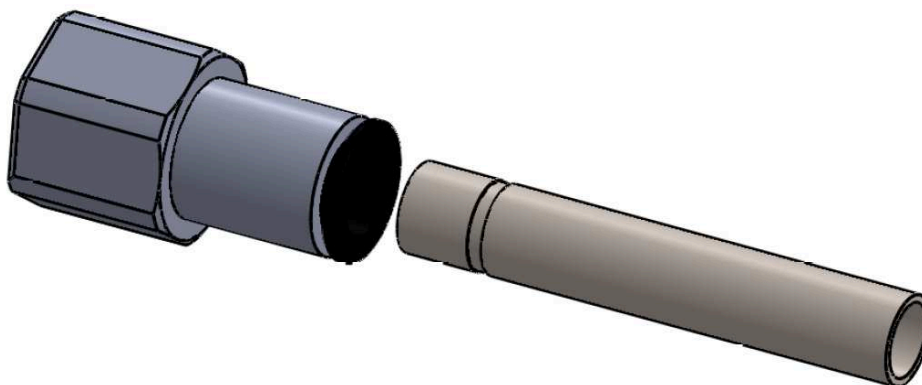


Obrázek 16: Závitová spojka Legris

5 Závitová spojka Legris

Závitová spojka Legris 3114 1221 je vyrobena z poniklované mosazi, do které je napevno vložena upínací koncovka zhotovená z polyamidu 6.6. Koncovka je opatřena rychloupínacím systémem LF 3000, který je primárně určen pro napojení gumových hadic se stlačeným vzduchem, ale firma Cimbria jimi připojuje kovové trubičky - vnější průměr 12 mm, tloušťka stěny 1 mm, na jejímž konci ve vzdálenosti 10 mm vyrobí 0,2 mm hluboký a 4 mm široký zápch, který pak snadno zapadne za nerezové „zobáčky“ v rychloupínacím systému LF 3000 (obrázek 17). Výhodou tohoto systému je rychlá montáž a demontáž spojovaných prvků s hadicí (v tomto případě s trubičkou). Uchycení nebrání průtoku média a je utěsněno speciálním O - kroužkem pro dynamické i statické zatížení.

[11] [12]



Obrázek 17: Závítová spojka Legris a trubička před montáží

Ceníková cena závítové spojky Legris 3114 1221 ke dni 11.11 2012 činí 237 Kč bez DPH. Firma vyjednala slevu 15%, takže konečná pořizovací cena je 201 Kč bez DPH.

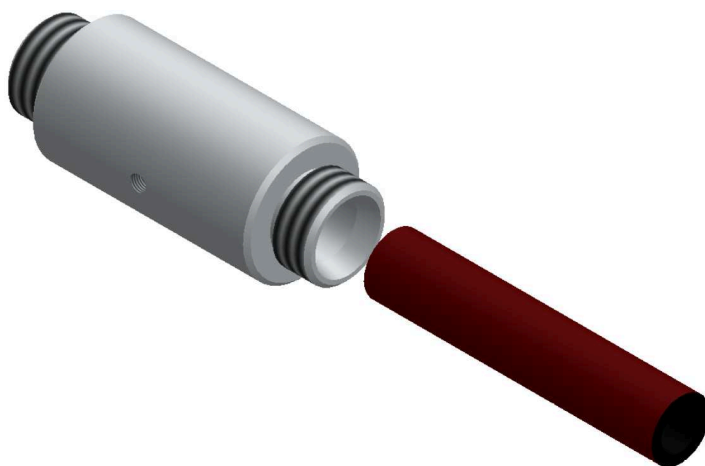
Tabulka 4: Charakteristika závítové spojky 3114 12 21

Závítová spojka 3114 12 21			
Připojení:	vnitřní závit	Materiál tělesa	Niklovaná mosaz
Velikost připojení	G 1/2"	Materiál koncovky	Polyamid 6.6
Jmenovitá světlost	10 mm	Upínací systém	LF 3000
Pracovní tlak	max. 20 bar	Max. provozní teplota	80 °C
Směr proudění media	libovolné	Min. provozní teplota	-20°C
Určeno pro hadici	12 mm	Klíč SW	24
Výrobce	Legris	Váha	0,114 kg
Číslo výrobku	3114 12 21		
Délka součásti	45 mm	ceníková cena	237 Kč bez DPH
Délka závitu	19 mm	nákupní cena	201 Kč bez DPH

6 Hadicový ventil HV 10

Po zhodnocení všech nepříznivých faktorů u dodávaných ventilů : nevhodné připojení, vysoká cena a dlouhé dodací lhůty (více než 14 dní) došla firma Cimbria k rozhodnutí, že vyrobí svépomocí zkušební sérii 20 ks hadicového ventilu HV 10 podle vlastního návrhu. Výroba proběhla na konvečním soustruhu SV18R a stojanové vrtačce Opti B 24 H.

Hadicový ventil HV10 se skládá z tělesa svěrače, který je vyroben z Duralu EN AW - 2007-T3 (vstupní materiál kruhová tyč Ø 30 mm). Do vysoustruženého tělesa je vložena elastická pryžová manžeta.



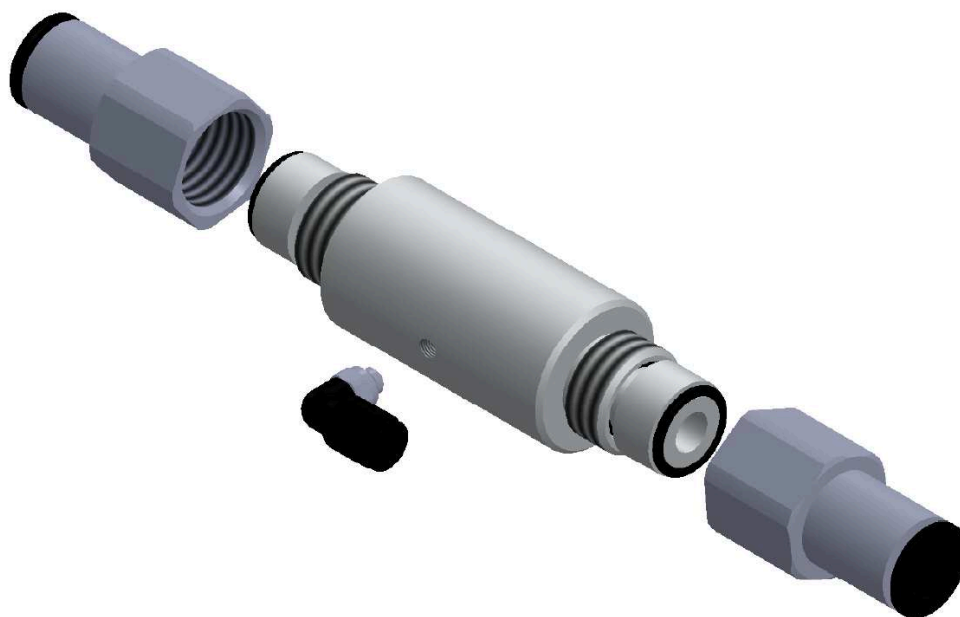
Obrázek 18: Těleso svěrače s vnitřní manžetou

Manžeta je přidržována z každé strany kuželkou. Kuželky jsou vyrobeny z Duralu EN AW 2007-T3 (vstupní materiál kruhová tyč Ø 20 mm). Každá kuželka má na vnější straně pryžový těsnící O - kroužek Ø 14 mm.



Obrázek 19 : Vložení kuželek a O - kroužků

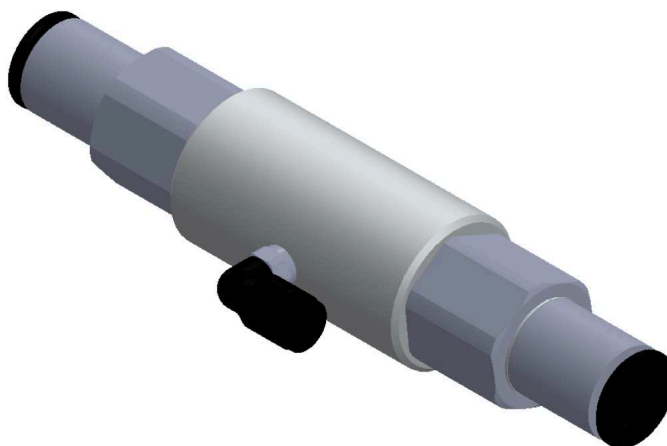
Z obou stran jsou následně přišroubovány závitové spojky Legris 3114 1221, které zatlačují kuželky směrem do manžety a zároveň tvoří zátky, tímto odpadá výroba 2 kusů krajních vík.



Obrázek 20: Montáž závitových spojek a úhlového šroubení pro přívod vzduchu

Kompletaci uzavírá úhlové šroubení pro přívod stlačeného vzduchu Legris 3199 0619. Ceníková cena jednoho kusu je 79 Kč bez DPH. Po vyjednané slevě 20% je nákupní cena 63 Kč bez DPH. Ventily firmy AKO jsou dodávány bez tohoto šroubení, proto ani v kalkulaci ventilu HV 10 není šroubení započteno.

Úhlové šroubení Legris 3199 0619 je vyrobeno z poniklované mosazi, do které je napevno vložena upínací koncovka zhotovená z polyamidu 6.6. Koncovka je opatřena rychloupínacím systémem LF 3000, který je určen pro napojení gumových hadic Ø 6 mm.



Obrázek 21: Hadicový ventil HV 10

6.1 Dural 2007

Materiál, který byl použit na výrobu tělesa svěrače a kuželek, je DURAL EN AW -2007-T3. Dural je obchodní označení slitiny hliníku série 2000. Dural v latinském překladu znamená „tvrdý hliník“. Slitina obsahuje 90 - 96 % hliníku a 4 - 6 % mědi, a dále pak v menší míře olovo, hořčík, mangan. Díky obsahu dalších kovů je Dural těžší než čistý hliník, má pětikrát větší pevnost v tahu a je tvrdší.

EN AW 2007-T3 chemická značka AlCu4PbMgMn

číslice 2 : slitina z druhé skupiny - hlavní legující prvek Cu

číslice 0 : základní slitina druhé skupiny

číslice 0 : nemá význam

číslice 7 : druh slitiny ve skupině - automatová slitina vhodná k obrábění

T : tepelně zpracovaný polotovár

3 : rozpouštěcí žíhání provedené v peci - přirozené stárnutí

DURAL EN AW 2007-T3 je slitina přímo určená k obrábění na automatových strojích. Na výbornou obrobitelnost mají vliv dva prvky - měď a olovo. Přítomnost mědi ve slitině způsobuje, že vzniká lámavá krátká tříška a obrobená plocha má kvalitní povrch. Přítomnost olova, které je v hliníku nerozpustné a tvoří v něm nízkotavitelné fáze, způsobuje, že v místě řezu se tyto fáze natavují, snižují tření mezi odcházející tříškou a nástrojem a zabraňují tak vytvoření nárůstku na čele nástroje. Snižuje se tak opotřebení řezného nástroje. Obsah olova v je 0,5 – 2,5%.

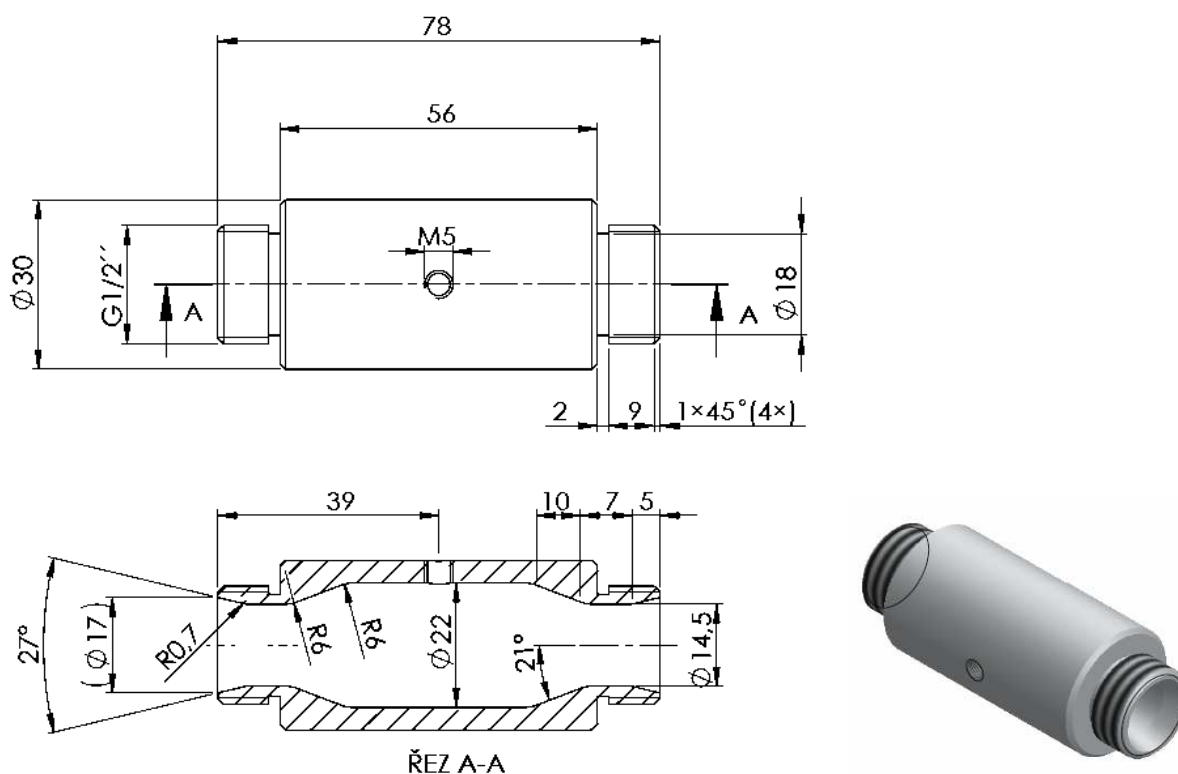
[14] [15]

Tabulka 5 : Vlastnosti duralu

Mechanické a tepelné vlastnosti Duralu AW 2007			
Objemová hmotnost	2,85 g/cm ³	Teplota tání	550°C
Mez kluzu	210 – 250 MPa	Tepelná vodivost	130 -160 [W/m · K]
Pevnost v tahu	330 – 370 MPa	Obrobitelnost	výborná
Tažnost	7 – 8 %	Tvarová stálost	dobrá
Koefic. dél. roztažnosti	23,0 [K ⁻¹ · 10 ⁻⁶]	Svařitelnost	nevhodná

[16]

6.2 Zhodnocení výroby tělesa svěrače na konvenčním soustruhu



Obrázek 22: Těleso svěrače

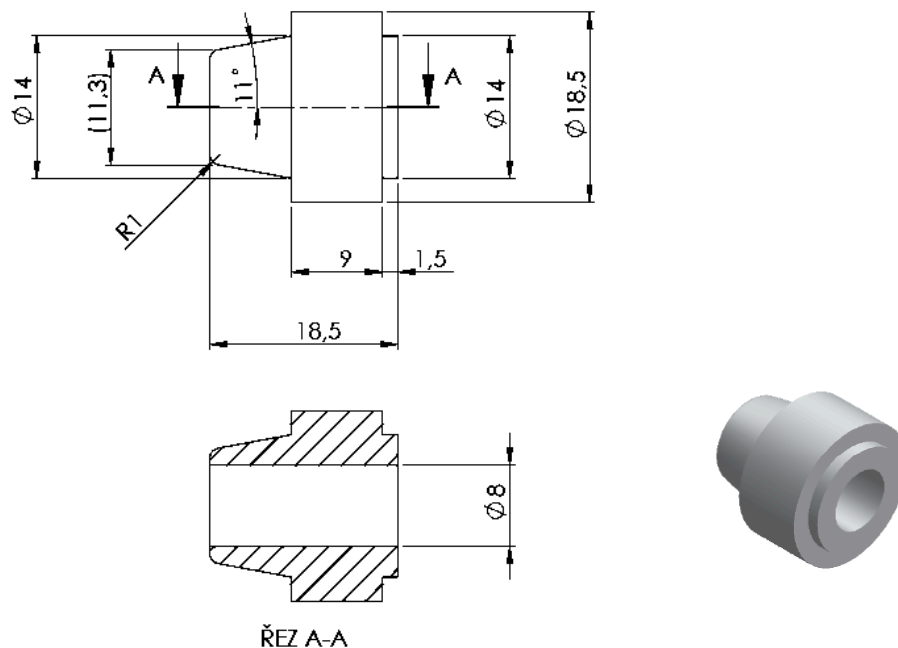
Výroba tělesa svěrače na konvenčním soustruhu je velmi pomalá. Je to způsobené zvláště malým průměrem otvoru (14,5 mm), proto musí být soustružnické nože slabé (s velkým vyložení) a dochází tak ke značnému chvění. Otvor se ucpává třískami, které není možné odvést. Vnitřní kuželové plochy byly soustruženy vybroušenými noži z rychlořezné oceli. Soustružení proběhlo bez použití chladicí emulze na sucho. Aby nedocházelo k rychlému otupení a častému broušení nožů, bylo pro snížení tření do otvoru vstříknuto opakovaně nepatrné množství lihu (líh zabraňuje takzvanému „mazání hliníku“). Vnitřní kuželové plochy byly tvarově nepřesné, i když na funkci hadicového ventilu to nemělo žádný vliv.

Tvarová nepřesnost se projevila pouze při kompletaci ventilu. U některých kusů byl požadovaný vnitřní průměr 14,5 mm v rozmezí tolerance větší, a proto šla pryžová manžeta (průměr 15 mm) vsunout snadno, nebo byl průměr v rozmezí tolerance naopak menší a vsunutí manžety bylo obtížné.

Výrobní výkres tělesa svěrače - příloha A

Technologický postup - příloha B

6.3 Zhodnocení výroby kuželky na konvenčním soustruhu



Obrázek 23: Kuželka

Výroba zkušební série 40 ks kuželky proběhla bez potíží. Při výrobě větší série nebo při opakované výrobě na konvenčním soustruhu by bylo možné výrobní čas zkrátit, kdyby se vybrousil tvarový nůž z rychlořezné oceli tak, aby při upichování kuželky odsazený břit vyrobil průměr 14 mm a další břit pod úhlem 45° by současně odjehlil vnější hranu. Vybroušení nože by muselo být velmi přesné. Vzniklý otřep na vnitřním průměru 8 mm by se odstranil kuželovým záhlubníkem ručně na stojanové vrtačce.

Výrobní výkres kuželky - příloha C

Technologický postup - příloha D

6.4 Zkouška ventilu HV 10

Funkčnost každého ventilu byla po kompletaci ověřena tak, že ventily byly postupně vloženy do potrubního systému právě vyráběného stroje. Systém se za tímto účelem napustil vodou na tlak 3 bar. Při zkoušce se sledovalo, zda po uzavření ventilu manžeta nepropouští kapalinu a neuchází-li vzduch. Všechny 20 ks ventilů obstálo a nevyskytly se žádné problémy.

6.5 Kalkulace výroby ventilu HV 10

Všechny níže uvedené ceny jsou bez DPH a zaokrouhleny na celé koruny.

Procentní vyjádření je zaokrouhleno na celé procento.

Když není uvedeno jinak, tak jsou ceny platné ke dni 11.11.2012.

Pro přehlednost není v dílčích kalkulacích uvedena zkratka „bez DPH“.

V celkových kalkulacích a závěrech zkratka „bez DPH“ uvedena je.

Finanční úspora je procentně porovnávána s nákupní cenou jednoho kusu ventilu VMP 010.04 K. 71, která činí 1396 Kč bez DPH.

Firma Cimbria HMD, s. r. o. Litomyšl - je dále uváděna zkráceně Cimbria

Firma Komfi, spol. s r. o. Litomyšl - je dále uváděna zkráceně Komfi

Firma LPM, s. r. o. Technické díly z plastů - je dále uváděna zkráceně LPM

6.5.1 Náklady na hodinu práce ve firmě Cimbria

Náklady na hodinu práce jsou ve firmě Cimbria stejné u všech strojů a u všech profesí

Hodinová sazba stroje - soustruh SV18R - 233 Kč

Hodinová sazba stroje - stojanová vrtačka Opti B 24H - 233 Kč

Hodinová sazba stroje - pila F444 / 6A - 233 Kč

Hodina práce zámečníka - 233 Kč

6.5.2 Náklady na vstupní materiál DURAL 2007

DURAL EN AW 2007 Ø 30 mm celková délka 1620 mm

1 kg cena 136 Kč

1 m hmotnost 1,91 kg

$1,62 \text{ m} \times 1,89 \text{ kg} \times 136 \text{ Kč/kg} \Rightarrow 416 \text{ Kč}$ (6.1)

DURAL EN AW 2007 Ø 20 mm celková délka 1000 mm

1 kg cena 136 Kč

1 m hmotnost 0,85 kg

$1 \text{ m} \times 0,85 \text{ kg} \times 136 \text{ Kč/kg} \Rightarrow 116 \text{ Kč}$ (6.2)

Náklady na vstupní materiál DURAL EN AW 2007 pro výrobu 20 kusů hadicového ventilu HV 10 činí 532 Kč bez DPH . Ceny jsou dle ceníku Aluminium Centrum s. r. o .

6.5.3 Náklady na nákup komponentů

Pro výrobu 20 kusů ventilů je nutné nakoupit komponenty uvedené v tabulce 6.

Tabulka 6: Náklady na nákup dílů pro ventil HV10

závitová spojka legris	1 ks cena 201 Kč	40 ks	8.040 Kč
vnitřní pryžová manžeta	1 ks cena 478 Kč	20 ks	9.560 Kč
těsnící O kroužek Ø 14mm	1 ks cena 1 Kč	40 ks	40 Kč
Celková cena za nákup komponentů pro sérii 20 - ti kusů			17.640 Kč bez DPH

Cena 17.640 Kč bez DPH je součet finančních nákladů na díly, které je nutné koupit na kompletaci 20-ti kusů hadicového ventilu HV10. Částka se nemění při různých technologiích výroby ventilu, nebo při změně vstupního materiálu. Tento údaj je nadále uváděn v položce: *nákup komponentů*. Ceny dle zdrojů z účetnictví firmy Cimbria.

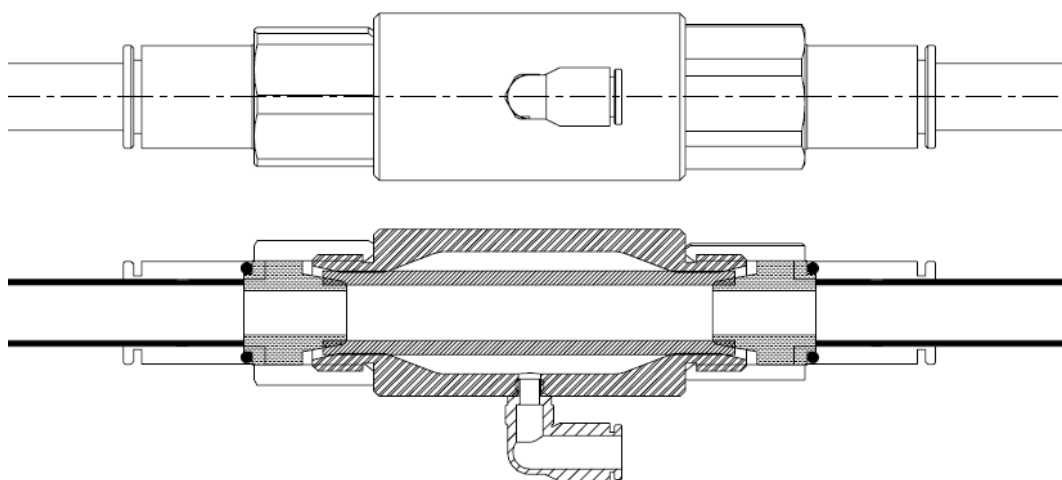
6.5.4 Náklady při výrobě na konvenčním soustruhu z Duralu

Tabulka 7: Náklady při výrobě ventilu HV 10 na soustruhu SV 18R – materiál Dural

KONVENČNÍ SOUSTRUH - DURAL - série 20 kusů			
nákup komponentů			17.640 Kč
vstupní materiál DURAL			532 Kč
vybroušení tvarových nožů	233 Kč / hod	1 hod	233 Kč
řezání materiálu Ø 30 mm	233 Kč / hod	0,5 hod	117 Kč
soustružení 20 ks: těleso svěrače	233 Kč / hod	28 hod	6.524 Kč
soustružení 40 ks : kuželka	233 Kč / hod	3 hod	699 Kč
závit M5, kompletace, odzkoušení ventilů	233 Kč / hod	6 hod	1.398 Kč
celková cena za 20 ks ventilu HV 10			27.143 Kč bez DPH
celková cena za 1 ks ventilu HV 10			1.357 Kč bez DPH
finanční úspora			3%

Firmu Cimbria k výrobě hadicového ventilu HV 10 dle vlastního návrhu vedly tři okolnosti.

1. Nevhodné připojení ventilů AKO, které vyřešila použitím závitové spojky Legris.
2. Dlouhé dodací lhůty, které byly více jak 2 týdny. Výroba zkušební série 20 ks hadicového ventilu HV 10 proběhla během pěti pracovních dní.
3. Vysoké finanční náklady, které se však nepodařilo snížit.
Finanční úspora byla zanedbatelná (méně než 3%).



obrázek 24 : Ventil HV 10 s potrubím v řezu (výkres sestavy - příloha E)

7 Návrh řešení

Firmě Cimbria jsem navrhl, že se pokusím nalézt levnější variantu výroby hadicového ventilu HV 10 a že provedu detailní vyčíslení nákladů.

Firma mi dala svolení, abych jednal jejich jménem a poskytla mi údaje o nákupních cenách a poskytnutých slevách.

Návrh řešení:

Výroba komponentů v kooperaci na CNC soustruhu z DURALU EN AW 2007

Výroba komponentů v kooperaci na CNC soustruhu z plastické hmoty POM

Zkrácení doby kompletace a zkoušení ventilů

7.1 Kalkulace výroby na CNC soustruhu z Duralu

Jménem firmy Cimbria jsem zadal poptávku na výrobu dílů do firmy Komfi, která vlastní CNC soustruhy.

Předmět poptávky: Soustružení 20 ks tělesa svěrače dle výkresu bez výroby závitu M 5 pro
přívod stlačeného vzduchu (závit bude vyříznut při kompletaci ventilu).
Soustružení 40 ks kuželky dle výkresu
Výrobní výkresy – příloha A a C

Firma Komfi vypracovala nabídku, ve které práce ohodnotila na 4.128 Kč bez DPH. Poskytla mi popis strojního vybavení, technologický postup výroby i předpokládané výrobní a přípravné časy.

Výroba je plánována na soustruh Masturn 550. Firma Komfi účtuje za hodinu práce 800 Kč bez DPH. Technologický postup výroby na soustruhu Masturn 550 – příloha F a G

Tabulka 8 : Náklady při výrobě ventilu HV 10 na CNC soustruhu – materiál Dural

CNC SOUSTRUH – DURAL- série 20 kusů			
nákup komponentů			17.640 Kč
vstupní materiál DURAL			532 Kč
vybroušení tvarových nožů		-----	-----
řezání materiálu Ø 30 mm		-----	-----
soustružení 20 ks: těleso svěrače	800 Kč / hod	4 hod	3.200 Kč
soustružení 40 ks : kuželka	800 Kč / hod	1,16 hod	928 Kč
závit M 5, kompletace, odzkoušení ventilů	233 Kč / hod	6 hod	1.398 Kč
doprava zhotovených dílů			250 Kč
celková cena za 20 ks ventilu HV 10			23.948 Kč bez DPH
celková cena za 1 ks ventilu HV 10			1.197 Kč bez DPH
finanční úspora			14%

Výrobní čas 1 kusu tělesa svěrače vypočítaný programátorem firmy Komfi: 8 min

Výrobní čas 1 kusu kuželky vypočítaný programátorem firmy Komfi: 1 min

výroba 20 ks tělesa svěrače: 160 min práce na soustruhu Masturn 550

65 min na vytvoření programu a odladění

15 min nastavení dorazu z důvodu otáčení dílů

součet: 240 min => 4 hod × 800 Kč/hod = 3.200 Kč (7.1)

výroba 40 ks kuželky : 40 min práce na soustruhu Masturn 550

15 min na vytvoření programu a odladění

15 min nastavení dorazu z důvodu odjehlení dílů

součet: 70 min => 1,16 hod × 800 Kč/hod = 928 Kč (7.2)

Ekonomicky výhodněji vychází vyrobit komponenty v kooperaci na CNC soustruhu. K finanční úspoře došlo v položce *soustružení 20 ks: těleso svěrače*, a to o 51% (3.324 Kč). U této položky je zřejmé, že v případě tvarově složitého dílu je vyšší hodinová sazba stroje kompenzována rychlejší výrobou. Výroba 20 kusů tělesa svěrače trvala na konvenčním soustruhu téměř čtyři pracovní dny, na CNC stroji by trvala čtyři hodiny.

V položce *soustružení 40 ks: kuželka* cena naopak stoupla o 32 % (229 Kč). Toto navýšení je způsobeno tím, že předmětem poptávky je malá série. Firma Komfi počítá na nastavení dorazu paušálně 15 minut, což činí 200 Kč. Doraz se musí nastavit z důvodu odjehlení Ø 8 mm. U takto malé série by bylo vhodné díly odjehlít ručně pomocí kuželového záhlubníku na stojanové vrtačce. Při sérii 100 kusů by ekonomicky lépe vycházela práce na CNC soustruhu, protože i čas potřebný na napsání programu (15 min) by se rozdělil na více dílů. Cena při sérii 20 -ti kusů - 23,20 Kč za kus. Cena při sérii 100 kusů - 17,33 Kč za kus.

K finanční úspoře došlo v položce: *řezání materiálu Ø 30 mm* (117 Kč), protože do CNC soustruhu se vkládá tyč v celku, a v položce: *vybroušení tvarových nožů* (233 Kč), protože při soustružení na CNC soustruhu se nepoužívají nože z rychlořezné oceli. Náklady se zvýšily v položce: *doprava materiálu* (250 Kč).

V položce: *závit M 5, kompletace, odzkoušení ventilů* je uvedena hodnota 6 hodin, ačkoliv lze předpokládat, že kompletace bude rychlejší díky dodržení tvarové přesnosti. Tento svůj předpoklad nemohu ale nijak doložit, proto jsem zachoval čas kompletace stejný jako u dílů vyráběných na konvenčním soustruhu.

Při výrobě součástí v kooperaci na CNC soustruhu z materiálu Dural (série 20 kusů) by firma zaplatila o 3.972 Kč méně oproti nákupní ceně. Celková finanční úspora činí 14% oproti nákupní ceně ventilu firmy AKO.

7.2 Kalkulace výroby na CNC soustruhu z POM - 20 kusů

Jménem firmy Cimbria jsem zadal poptávku na výrobu dílů do firmy LPM.

Předmět poptávky: Soustružení 20 ks tělesa svěrače dle výkresu bez výroby závitu M 5 pro
přívod stlačeného vzduchu.

Soustružení 40 ks kuželky dle výkresu

Výrobní výkresy – příloha A a C

Firma LPM poskytla cenovou nabídku pro výrobní sérii do 100 kusů:

Výroba tělesa svěrače 1 ks - 159,00 Kč včetně materiálu

Výroba kuželky 1 ks - 23,10 Kč včetně materiálu

pro sérii větší než 100 kusů:

Výroba tělesa svěrače 1 ks - 137,40 Kč včetně materiálu (cena nižší cca o 14 %)

Výroba kuželky 1 ks - 15,60 Kč včetně materiálu (cena nižší cca o 33 %)

Pro kalkulaci jsem vybral vyšší cenovou nabídku, protože počet dílů nepřesáhl 100 ks.

Tabulka 9: Náklady při výrobě ventilu HV 10 na CNC soustruhu z materiálu POM

CNC SOUSTRUH - POM - série 20 kusů			
nákup komponentů			17.640 Kč
vstupní materiál POM		-----	-----
vybroušení tvarových nožů		-----	-----
řezání materiálu Ø 30 mm		-----	-----
soustružení 20 ks: těleso svěrače	159,00 Kč/ks		3.180 Kč
soustružení 40 ks : kuželka	23,10 Kč/ks		924 Kč
závit M5, kompletace, odzkoušení ventilů	233 Kč / hod	4 hod	932 Kč
doprava zhotovených dílů			250 Kč
celková cena za 20 ks ventilu HV 10			22.926 Kč bez DPH
celková cena za 1 ks ventilu HV 10			1.146 Kč bez DPH
finanční úspora			18 %

Firma LPM mi neposkytla popis strojního vybavení ani technologický postup a neudala ani výrobní časy. Na veškeré dotazy odpověděla: „Otázky k technologii obrábění považujeme za důvěrné“.

Přestože výroba závitu M5 nebyla předmětem poptávky, firma LPM nacenila díl včetně závitu M5 dle výkresu. Z toho lze usuzovat, že vlastní víceosé soustružnické centrum příčným nástrojovým vřetenem, které zhotoví závit M5 v délce 4 mm během několika sekund bez změny upnutí obrobku.

Položka: *vstupní materiál* (----) zůstala prázdná, protože firma nacenila díly včetně materiálu. Jelikož by díly byly dodávány ze závitem M5, snížil by se i čas v položce: *závit M5, kompletace, odzkoušení ventilů*. Časovou úsporu jsem odhadl na 2 hodiny (466 Kč).

Cena ventilů při použití dílů od firmy LPM – materiál POM - C je nižší o 4% než ventily se součástkami od firmy Komfi – materiál Dural.

Při výrobě součástek v kooperaci na CNC soustruhu z materiálu POM - C (série 20 kusů) by firma zaplatila o 4.994 Kč méně oproti nákupní ceně. Celková finanční úspora činí 18 % oproti nákupní ceně ventilu firmy AKO .

7.3 Kalkulace výroby na CNC soustruhu z POM - 120 kusů

Vezmu-li v úvahu, že firma LPM nabízí při výrobě více než 100 ks nižší cenu dodaných dílů (těleso svěrače -33%, kuželka -14%) a firma Cimbria ročně potřebuje 150 až 200 kusů ventilů, tak je nutné spočítat, k jaké úspoře by došlo při výrobě série 120 ks hadicového ventilu HV10 (materiál POM - C , firmy LPM).

Tabulka 10 : Náklady při výrobě ventilu HV 10 na CNC soustruhu z materiálu POM - 120 ks

CNC SOUSTRUH - POM - série 120 kusů			
nákup komponentů			105.840 Kč
vstupní materiál POM		-----	-----
soustružení 120 ks : těleso svěrače	137,40 Kč / ks		16.488 Kč
soustružení 240 ks : kuželka	15,60 Kč / ks		3.744 Kč
závit M5, kompletace, odzkoušení ventilů	233 Kč / hod	24 hod	5.592 Kč
doprava zhotovených dílů			250 Kč
celková cena za 20 ks ventilu HV 10			131.914 Kč bez DPH
celková cena za 1 ks ventilu HV 10			1.099 Kč bez DPH
finanční úspora			21 %

Tato kalkulace ukazuje, že zvětšení série nad 100 kusů sníží konečnou výrobní cenu o 3 %. V tabulce jsem zachoval ceny všech nakupovaných dílů stejné, jako u série dvaceti kusů. To znamená, že cena manžety (478 Kč), cena závitové spojky (201 Kč) atd. se nezměnila, i když lze předpokládat, že ceny by při větším objemu nákupu klesaly. Potřebný čas na kompletaci a odzkoušení by se v přepočtu na jeden kus také zkrátil, ale jakékoliv započtení předpokládaných (nedoložených) úspor by deformovalo poslední údaj o finanční úspoře, který zohledňuje především různé technologie soustružnických prací.

Při výrobě součástí v kooperaci na CNC soustruhu z materiálu POM - C (série 120 kusů) by firma zaplatila o 35.606 Kč méně oproti nákupní ceně. Celková finanční úspora činí 21 % oproti nákupní ceně ventilu firmy AKO.

7.4 Shrnutí celkových nákladů

V tabulce je uvedena výrobní cena jednoho kusu hadicového ventilu HV 10 a případná úspora při různých technologiích výroby. V pravém krajním sloupku je cena jednoho ventilu vyráběného ve 120 - ti kusové sérii.

Tabulka 11 : Cena ventilu HV 10 a procentní úspora

VMP010.04 K.71 nákupní cena firma AKO	soustruh SV18R materiál DURAL firma Cimbria při výrobě 20 ks	CNC soustruh materiál DURAL firma Komfi při výrobě 20 ks	CNC soustruh materiál POM firma LPM při výrobě 20 ks	CNC soustruh materiál POM firma LPM při výrobě 120 ks
1.396 Kč	1.357 Kč	1.197 Kč	1.146 Kč	1.099 Kč
100%	- 3%	-14%	- 18%	-21%

Podle mých předpokladů byla konečná cena při výrobě ventilu na CNC soustruhu z materiálu POM nižší než nákupní cena, ale domníval jsem se, že cenový pokles bude výraznější. Podle dílčích kalkulací i celkových výsledků vyplývá, že tvarově složitá součást se ekonomicky vyplatí vyrobit na CNC stroji i ve velmi malé sérii. Tvarově jednoduchá součást se vyplatí vyrobit na CNC stroji při velké sérii.

Při výrobě hadicového ventilu je větší díl finančních prostředků vložen do nákupu komponentů a menší díl připadá na výrobu. Přesto lze změnou technologie docílit celkové úspory.

Oproti nákupní ceně činí úspora:

při výrobě 20 kusů z materiálu POM - 225 Kč na 1 ks ventilu (pokles 18 %)

při výrobě 120 kusů z materiálu POM - 297 Kč na 1 ks ventilu (pokles 21 %)

Při předpokládané spotřebě 200 kusů hadicových ventilů za rok by firma Cimbria při použití komponentů od firmy LPM ušetřila 59.400 Kč.

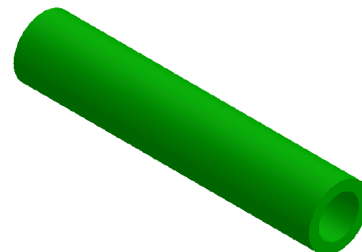
8. Pryžová manžeta VERDERPRENE

V době, kdy se začala vyrábět zkušební série 20 ks ventilů na konvenčním soustruhu a já jsem poptával nabídkové ceny u firmy Komfi a LPM, tak ing. Flídr, který dohlíží na moji bakalářskou práci ve firmě Cimbria, začal poptávat výrobce a dodavatele pryžových prvků za účelem snížit cenu vnitřní pryžové manžety, kterou firma nakupuje za 478 Kč bez DPH za kus. Po mnoha jednáních našel firmu Flux - výrobce peristaltických čerpadel, který je schopen dodávat vnitřní pryžové manžety ve formě hadice 1 metr za 880 Kč bez DPH pod názvem Verderprene. Jedna manžeta je dlouhá 75 mm, tzn. že se z jednoho metru hadice vyrobí 13 kusů manžet. Jedna manžeta tedy stojí 68 Kč. Finanční úspora činí 410 Kč na jedné manžetě, což je úspora 86%. Taková úspora prostředků předčila veškerá očekávání. V současné době firma provádí testy životnosti manžety Verderprene.

Hadice Verderprene

Podle údajů výrobce je Verderprene nově vyvinutý elastomerový materiál napuštěný speciální lubrikační látkou. Tato hadice je primárně určena pro peristaltická čerpadla. Má světle zelenou barvu. Výrobce produkt blíže nespecifikuje. Lze jej použít v laboratořích, ve farmacii a lékařství (tzv. umělá ledvina), v chemickém i potravinářském průmyslu, atd.

Má vysokou chemickou odolnost vůči louhům i kyselinám. Hadici lze použít od -20°C do +130°C. Verderprene má mimořádnou pružnost se schopností vracet se do původního tvaru a má výtečnou odolnost proti otěru.



Obrázek 25: Manžeta Verderprene

8.1 Kalkulace s manžetou Verderprene

Kalkulace, kterou jsem provedl, je na 20 ks ventilu vyrobených v kooperaci na CNC soustruhu ve firmě LPM z materiálu POM - C (dosažená úspora 18 %) s použitím hadice Verderprene (úspora 86 %). Ceny všech ostatních dílů i prací zůstaly stejné.

Celková konečná cena za 20 ks ventilu HV 10 činí 14.726 Kč bez DPH.

Cena jednoho kusu klesla na 736 Kč bez DPH.

Celková finanční úspora je 47 % oproti nákupní ceně ventilu firmy AKO.

9 Zkrácení zkoušky ventilu HV10

Při výrobě 20 kusů zkušební série na soustruhu SV 18R byl každý ventil vložen do systému vyráběného stroje a prakticky odzkoušen. Systém byl za tímto účelem napuštěn vodou a natlakován na hodnotu 3 bar. Čas potřebný na tuto operaci je započtený ve všech výše uvedených kalkulacích.

Ke zkrácení času zkoušky by postačilo, kdyby zkompletovaný ventil byl nastrčen na tyč průměr 7, 9 mm (aby kulatina lehce prošla otvory v kuželkách průměr 8 mm). Po nasunutí ventilu na tyč uzavřít hadicový ventil, takže manžeta funkčního ventilu by sevřela kulatinu. S ventilem by nyní nebylo možné pohnout.

Jelikož by manžetou neproudilo žádné médium, po uvolnění tlaku by se samovolně neroztáhla. Na přívodu vzduchu by proto musel být vložený rychloodvzdušňovací ventil, který způsobí žádoucí pokles tlaku ve vzduchové komoře.

Po odpojení stlačeného vzduchu by měl jít ventil lehce vytáhnout. Tato zkouška by se dala provést během několika sekund, takže finanční úspora vyčíslená v tabulkách by byla ještě vyšší.



Obrázek 26 :Hadicové ventily v aplikační komoře

10 Nákup CNC soustruhu

Ve vedení firmy Cimbria se scházejí dva protichůdné názory na pořízení CNC stroje. První názor je takový, že CNC soustruh by se firmě nevyplatilo pořídit, protože pracuje v jednosměnném provozu s převládající malosériovou nebo kusovou výrobou.

Zastánci pořízení CNC stroje argumentují skutečností, že firma Cimbria vlastní pět soustruhů, které již potřebám firmy nevyhovují. Soustruhy jsou staré v rozmezí 10 až 40 let. Podle údajů výrobců a prodejců CNC strojů je návratnost vložených prostředků do CNC stroje maximálně pět let při dvousměnném provozu. Firma by tedy musela zavést pro CNC soustruh dvě směny nebo počítat s přibližnou návratností 10 let při jednosměnném provozu. Výrobci CNC strojů dále uvádějí vzorce, které porovnávají výrobní a přípravné časy.

[17]

$$t_{C \text{ cnc}} = \frac{2}{3} t_{C \text{ kon}} \quad t_{D \text{ cnc}} = \frac{1}{2} t_{D \text{ kon}} \quad (10.1)$$

kde:

$t_{C \text{ cnc}}$ - čas potřebný k výrobě jednoho kusu CNC technologií

$t_{C \text{ kon}}$ - čas potřebný k výrobě jednoho kusu konvenční technologií

$t_{D \text{ cnc}}$ - čas potřebný k seřízení a přípravě CNC stroje

$t_{D \text{ kon}}$ - čas potřebný k seřízení a přípravě konvenčního stroje

To znamená, že CNC technologie ušetří třetinu výrobního času a polovinu přípravného času oproti konvenčnímu obrábění.

[18]

Na téma porovnání CNC výroby s konvenční výrobou existuje několik dalších vzorců, které posuzují měrnou výkonnost obrábění Q [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$], kde je ukazatelem hmotnost odebraného materiálu za jednotku času, případně se měrná výkonnost posuzuje podle objemu odebíraného materiálu v třískách za jednotku času Q [$\text{mm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$].

[17]

Pro potřeby firmy Cimbria jsou tyto vzorce nevhodné vzhledem k převažující malosériové nebo kusové výrobě. V případě této firmy je nutné porovnávat kusovou výkonnost za jednotku času neboli produkčnost a hlavně její ekonomický dopad.

Z tohoto důvodu se pokusím vypočítat přibližnou návratnost finančních prostředků při pořízení CNC stroje na konkrétním výrobku firmy Cimbria - při výrobě hadicového ventilu.

10.1 Efektivní časový fond stroje

Výpočet je proveden pro variantu jednosměnného provozu. Rok 2013 má 1957,5 pracovních hodin při 7,5 hodinové pracovní době. Efektivní časový fond stroje za rok E_{ef} [hod] je počet hodin snížený o čas nutný na plánované i neplánované odstávky. U CNC soustruhu předpokládám tuto ztrátu na 10 % (195,75 hodin / rok = 45 min / den).

Předpokládaný efektivní časový fond CNC stroje za rok při jednosměnném provozu je 1762 hodin.

[20]

10.2 Porovnání soustružnických prací

Všechny níže uvedené ceny jsou bez DPH a zaokrouhleny na celé koruny.

Procentní vyjádření je zaokrouhleno na celé procento.

Pro přehlednost není v dílčích kalkulacích uvedena zkratka „bez DPH“.

V celkových kalkulacích zkratka „bez DPH“ je uvedena.

Tabulka uvádí náklady na soustružení dílů potřebných k výrobě 20 kusů hadicového ventilu.

tabulka 12: Náklady na obrábění při výrobě 20 ks ventilu

	soustruh SV18R materiál: DURAL firma Cimbria	CNC soustruh materiál: DURAL firma Komfi	CNC soustruh materiál: POM firma LPM
soustružení 20 ks : těleso svěrače	6.524 Kč	3.200 Kč	3.180 Kč
soustružení 40 ks : kuželka	699 Kč	928 Kč	924 Kč
součet	7223 Kč	4128 Kč	4104 Kč

Porovnám-li položku: *soustružení 20 ks: těleso svěrače*, tak firma Komfi uvádí cenu 3.200 Kč a firma LPM 3.180 Kč. Rozdíl činí 20 Kč.

V položce: *soustružení 40 ks: kuželka* firma Komfi uvádí cenu 928 Kč a firma LPM 924 Kč. Rozdíl je 4 Kč.

Z této podobnosti by se dalo usuzovat, že výrobní časy jsou téměř shodné, ale není tomu tak, protože porovnání je deformováno skutečností, že díly z POM jsou naceněny včetně vstupního materiálu.

10.3 Porovnání obráběcích technologií

Má-li se zhodnotit ekonomická výhodnost obráběcí technologie, tak celkové výrobní náklady při výrobě na konvenčním stroji (N_{kon}) se vydělí celkovými náklady při výrobě na CNC stroji (N_{aut}). Jestliže výsledek je větší než 1, tak je vhodné použít technologii CNC obrábění. Náklady na výrobu série 20 -ti kusů hadicového ventilu na konvenčním soustruhu jsou 7.223 Kč. Náklady na sérii 20 -ti kusů hadicového ventilu vyrobené v kooperaci na CNC soustruhu jsou 4.128 Kč.

$$\varepsilon = \frac{N_{kon}}{N_{aut}} = \frac{7223}{4128} = 1,75 \quad (10.4)$$

[17]

Výsledek dokládá výhodnost CNC obrábění při výrobě 20 -ti kusů hadicového ventilu.

10.3 Předběžná kalkulace úspor

Podle informací od ekonoma strojírenské firmy se v praxi předběžné kalkulace provádějí tímto způsobem: Je-li za hodinu práce CNC soustruhu účtováno 800 Kč, tak hodinová sazba stroje činí cca 500 Kč. To znamená, že když firma vyrábí polotovary pro svou potřebu, počítá s hodinovou sazbou stroje 500 Kč. Vyrábí-li v kooperaci pro zákazníka, počítá s hodinovou sazbou stroje 500 Kč navýšenou o 300 Kč (přirážka 60%) na hodinu práce.

Počítám-li s nabídkou firmy Komfi, která účtovala 800 Kč za hodinu práce (řádek 2) při předpokládané době práce 5,16 hodiny a vynásobím tento časový údaj hodinovou sazbou stroje 500 Kč/ hod (řádek 3), tak dojdou k úspoře, které bych dosáhl za předpokladu, že CNC stroj je v mém vlastnictví.

Tabulka 13 : Předběžná kalkulace úspor

	hodinová sazba stroje	výrobní čas [hod] série 20 kusů	náklady	úspora
(konvenční) SV 18 R	233 Kč	31	7.223 Kč	0 %
CNC soustruh (kooperace)	800 Kč	5,16	4.128 Kč	43 %
CNC soustruh (vlastní)	500 Kč	5,16	2.580 Kč	64 %

Při vlastnictví CNC soustruhu a při hodinové sazbě stroje 500 Kč by firma Cimbria na soustružnických pracích ušetřila 64% finančních prostředků oproti výrobě na konvenčním soustruhu.

10.3 CNC soustruh PG 330

Oslovil jsem firmu Progresech - nástroje, s. r. o., která se zabývá prodejem obráběcích strojů a nástrojů a zajišťuje kompletní servis včetně dovezení, instalace a spuštění stroje a zaškolení obsluhy. Firma Progresech podala závaznou nabídku na CNC soustruh PG 330. Cena stroje po odečtení slevy je 1 876.842 Kč bez DPH. Instalace stroje je ohodnocena na částku 35.000 Kč. Stroj je vybaven řídicím systémem Fanuc OiTB, ale za příplatek cca 100 000 Kč lze dodat intuitivní řídicí systém bez použití G a M kódů.

parametry stroje:

- oběžný průměr nad ložem 600 mm
- maximální točná délka 490 mm
- maximální točný průměr 450 mm
- maximální průměr tyče 75,5 mm
- nádrž chladící kapaliny 150 litrů

Hlavní vřeteno:

- konec vřetene A2-8
- otáčky vřetene max 4200 ot / min
- výkon vřetene 15 kw

Revolverová hlava:

- max. počet nástrojů 12
- standardní rozměr nástrojů 25 mm čtyřhran
- max. průměr vrtání 40 mm

Opěrný koník:

- pojezd koníku 560 mm
- výsun pinole 120 mm
- průměr pinole 90 mm
- kužel pinole MT - 5

nástrojové vybavení :

- Nožový držák (kvádr. průřez 25 mm): 4 ks
- Držák čelních nástrojů: 2 ks
- Držák vrtacích pouzder (průměr 40mm): 4 ks
- Standardní vrtací pouzdra: 1 set (průměr 10 12 16 20 25 32 mm x1)
- Standardní morse pouzdra: MT2 x 1 ks, MT3 x 1 ks
- U drill držák nástroj: 2 ks
- Otočný hrot koníku (MT5): 1 ks

10.4 Hodinová sazba stroje

Pro zjištění návratnosti finančních prostředků je nejdříve nutné stanovit hodinovou sazbu stroje podle vzorce:

$$N_{hS} = S_f + \frac{C_s + N_i + N_d - L}{Z \cdot E_{ef}} \quad (10.4)$$

N_{hS}	[Kč/ hod]	- hodinová sazba stroje
S_f	[Kč/ hod]	- Fixní hodinová spotřeba (mzda obsluhy, spotřeba náradí, energie)
C_s	[Kč]	- Cena stroje (cena dodavatele nebo výrobce, náklady na případný úvěr)
N_i	[Kč]	- Náklady na instalace stroje (dovoz, ukotvení a montáž)
N_d	[Kč]	- Náklady na demontáž (po skončení životnosti stroje)
L	[Kč]	- Likvidační hodnota - odprodej, nebo cena kovového odpadu (počítám s cenou kovového odpadu 5 Kč / kg a s hmotností stroje 4.900 kg)
Z	[roky]	- Doba životnosti (pro výpočet předpokládám 10 let)
E_{ef}	[hod]	- Efektivní časový fond stroje za rok (započítané poruchy, údržba)

Fixní režie provozu (náklady na topení, úklid, apod.) je účetně vyvedena mimo hodinovou sazbu stroje.

[17] [21]

Fixní hodinová spotřeba S_f je součet nákladů na mzdu, elektřinu a nástroje.

Počítám s hrubou hodinovou mzdou 140 Kč / hod. K této hodnotě přičítám odvody zaměstnavatele ve výši 34% .

Cenu spotřebované energie získám součinem jednotlivých výkonů motorů uváděných prodejcem a průměrné ceny elektřiny pro rok 2013.

[22]

Při určování ceny spotřebovaných nástrojů počítám s levnějšími čtyř - břitovými destičkami v hodnotě cca 100 Kč / kus. Prodejci uvádějí životnost ostří u CNC obrábění T_{hosp} 5 - 15 min. Počítám s životností 12 min.

Odpis dalších nástrojů (vrtáky, závitníky, atd.) odhaduji na 35 Kč / hod.

Cena chladicí emulze závisí na ředění a na odpařování. Výměna celé náplně se provádí 2- krát za rok. K pořizovací ceně je nutné připočítat cenu za ekologickou likvidaci. Součet těchto položek dělím efektivním časovým fondem stroje.

mzda: hrubá hodinová mzda 188 Kč / hod 140 Kč / hod + 48 Kč (34%)

elektřina: cena spotřebované energie 92 Kč / hod 4,60 Kč/ kWh × výkon 20 kW

nástroje: cena spotřebovaných nástrojů 163 Kč / hod

spotřeba břitových destiček 125 Kč / hod

odpis dalších nástrojů 35 Kč / hod

cena chladicí emulze cca 3 Kč / hod 4.000 Kč + 2.000 Kč ÷ E_{ef} 1762

S_f - Fixní hodinová spotřeba 445 Kč / hod

C_s - Cena stroje 1 876.842 Kč

N_i - Náklady na instalaci 35.000 Kč

N_d - Náklady na demontáž 8.000 Kč

L - Likvidační hodnota 24.500 Kč (Fe odpad = 5 Kč/ kg × 4.900 kg)

Z - Doba životnosti 10 let

E_{ef} - Efektivní časový fond stroje 1762 hodin

$$N_{hs} = 443 + \frac{1\,876.842 + 35.000 + 8.000 - 24.500}{10 \cdot 1762} = 551 \text{ Kč / hod}$$

(10.5)

Hodinová sazba stroje - CNC soustruhu PG 330 by měla být 551 Kč

10.5 Návratnost finančních prostředků při zakoupení CNC stroje

Pro výpočet návratnosti finančních prostředků jsem zvolil porovnávací tabulku, kde počítám s ročním efektivním fondem E_{ef} 1762 hodin, jedná se tedy o jednosměnný provoz.

Tabulka 14 : Doba úhrady stroje - obecné vzorce

	stroj I	stroj II
roční efektivní časový fond [hod]	E_{ef}	
počet kusů v sérii	P_K	
celkový čas výroby série [hod]	t_C^I	t_C^{II}
čas výroby jednoho kusu [hod]	$t_K^I = \frac{t_C^I}{P_K}$	$t_K^{II} = \frac{t_C^{II}}{P_K}$
počet kusů vyrobených za rok	$P_{rok} = \frac{E_{ef}}{t_K^I}$	-----
hodinová sazba stroje N_{hS} [Kč]	N_{hS}^I	N_{hS}^{II}
náklady na obrobení jednoho kusu [Kč]	$N_K^I = t_K^I \cdot N_{hS}^I$	$N_K^{II} = t_K^{II} \cdot N_{hS}^{II}$
ekonomický přínos za rok [Kč]	$U = (N_K^I - N_K^{II}) \cdot P_{rok}$	
doba úhrady (doba splatnosti) [rok]	$T_U = \frac{C_S + N_i + N_D - L}{U}$	

C_S - Cena stroje

N_i - Náklady na instalaci

N_d - Náklady na demontáž

L - Likvidační hodnota

[17] [19]

tabulka 15 : Doba úhrady stroje – zadané hodnoty

	konv.soustruh SV18R	CNC soustruh PG330
roční efektivní časový fond [hod]	$E_{ef} = 1762$	
počet kusů v sérii	$P_K = 20$	
celkový čas výroby série [hod]	$t_C^I = 31$	$t_C^{II} = 5,16$
čas výroby jednoho kusu [hod]	$t_K^I = \frac{31}{20} = 1,55$	$t_K^{II} = \frac{5,16}{20} = 0,26$
počet kusů vyrobených za rok	$P_{rok} = \frac{1762}{1,55} = 1137$	-----
hodinová sazba stroje N_{hS} [Kč]	$N_{hS}^I = 233$	$N_{hS}^{II} = 551$
náklady na obrobení jednoho kusu [Kč]	$N_K^I = 1,55 \cdot 233 = 361$	$N_K^{II} = 0,26 \cdot 551 = 143$
ekonomický přínos za rok [Kč]	$U = (361 - 143) \cdot 1137 = 247.866$	
doba úhrady (doba splatnosti) [rok]	$T_U = \frac{1\,876.842 + 35.000 + 8.000 - 24.500}{247.866} = 7,65$	

C_S - Cena stroje	1 876.842 Kč
N_i - Náklady na instalaci	35.000 Kč
N_d - Náklady na demontáž	8.000 Kč
L - Likvidační hodnota	24.500 Kč

Při vlastnictví CNC soustruhu by firma Cimbria ročně ušetřila cca 249 tisíc Kč oproti výrobě na konvenčním soustruhu.

Při nákupu nového CNC soustruhu PG 330 dle cenové nabídky by návratnost při jednosměnném provoz byla menší než 8 let.

11 Diskuze

Ve svém výpočtu jsem došel k výsledku, že návratnost finančních prostředků je kratší než 8 let. Návratnost však může ovlivnit mnoho faktorů. Při předpokládaném ročním efektivním časovém fondu stroje 1762 hod počítám s tím, že stroj 45 minut denně nevyrábí z důvodu údržby, ale dalších 405 minut vyrábí a vytváří zisk. Z vlastní zkušenosti vím, že čas prostojů bývá několikanásobně větší. Domnívám se, že návratnost stroje mnohem více ovlivní organizaci práce na CNC stroji než jeho pořizovací cena.

Stroj uvedený v nabídce je vybaven řídicím systémem Fanuc OiTB, který využívá principu G a M kódů. Pro firmu, která ještě nemá žádný CNC stroj a nemá tedy pracovníky, kteří by tyto kódy znali, je tato volba nevhodná. Myslím, že je výhodnější i za cenu vyšších nákladů pořídit intuitivní řídicí systém, do kterého se zadávají obrysy výrobku podobně jako při kreslení v programu AutoCAD.

CNC stroje pro kusovou výrobu jsou koncipované tak, že obsluha stroje zároveň vytváří programy. V případě přijetí tohoto modelu dochází k největším prostojům, protože je-li výrobní cyklus krátký, tak obsluha nestihne napsat program pro další výrobky a stroj stojí. Bezpodmínečnou nutností je, aby obsluha stroje uměla napsat a upravit program, ale vytvářet programy by měl jiný pracovník s dostatečným časovým předstihem. Obsluha by měla provádět pouze korekci programu a řezných podmínek. V případě jednoho CNC stroje se firmě nevyplatí zaměstnat na tuto práci nového pracovníka, ale tuto pozici zastane kvalifikovaný technolog nebo konstruktér. Teprve až se firmě podaří zajistit, aby stroj většinu pracovní doby obráběl, je možné se zaměřit na rychlost upínání, výměnu nástrojů apod.

12 Závěr

Tato bakalářská práce na konkrétním výrobku potvrdila obecně známou skutečnost, že CNC obrábění je ekonomicky výhodnější než konvenční. Vedení malých firem si tuto výhodnost samozřejmě uvědomuje, ale většinou nemá k dispozici odpovídající výpočty, které by ukázaly případný zisk nebo prodělek. Jestliže je firma úspěšná a zisková i s konvenční technologií, nic ji nenutí tuto technologii měnit. Teprve jasně vyčíslený zisk může vést ke změně.

Tabulka ukazuje úsporu finančních prostředků při zhotovení hadicového ventilu, jestliže se komponenty vyrobí v kooperaci na CNC strojích.

Jsou použity dva různé vstupní materiály a dvě velikosti výrobní série.

V pravém sloupku je vyčíslena úspora, která vznikne použitím neoriginální manžety.

Úspora je vyjádřena k nákupní ceně ventilu firmy AKO, která je 1.396 Kč.

konven. soustruh materiál DURAL firma Cimbria při výrobě 20 ks manžeta AKO	CNC soustruh materiál DURAL firma Komfi při výrobě 20 ks manžeta AKO	CNC soustruh materiál POM firma LPM při výrobě 20 ks manžeta AKO	CNC soustruh materiál POM firma LPM při výrobě 120 ks manžeta AKO	CNC soustruh materiál POM firma LPM při výrobě 20 ks manžeta VERDERPRENE
1.357 Kč	1.197 Kč	1.146 Kč	1.099 Kč	736 Kč
- 3%	-14%	- 18%	-21%	- 47%.

Druhá část práce na základě závazné nabídky poskytuje praktický návod, jak vypočítat návratnost finančních prostředků vložených do nákupu CNC stroje. Vývoj nelze zastavit a jsem přesvědčen, že i firma Cimbria začne modernizovat svůj provoz CNC technologií. Uvedené vzorce a postup by měly ulehčit její rozhodování.

Při vlastnictví CNC soustruhu by firma Cimbria ročně ušetřila cca 249 tisíc Kč oproti výrobě na konvenčním soustruhu.

Při nákupu nového CNC soustruhu PG 330 dle cenové nabídky by návratnost při jednosměnném provozu byla kratší než 8 let.

13 Seznam příloh

příloha A	Výrobní výkres tělesa svěrače
příloha B	Technologický postup výroby tělesa svěrače na konvenčním soustruhu
příloha C	Výrobní výkres kuželky
příloha D	Technologický postup výroby kuželky na konvenčním soustruhu
příloha E	Výkres sestavy
příloha F	Technologický postup výroby tělesa svěrače na CNC soustruhu
příloha G	Technologický postup výroby kuželky na CNC soustruhu

14 Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] FLUIDTECHNIK BOHEMIA, s.r.o. [online] [cit 11.11 2012] dostupné z http://www.fluidbohemia.cz/resources/upload/data/603_Navod_AKO-VVF-VM-VMF_CZ.pdf
- [2] FLUIDTECHNIK BOHEMIA, s.r.o. [online] [cit 11.11 2012] dostupné z http://www.fluidbohemia.cz/resources/upload/data/464_AKO-ventily_150905.pdf
- [3] AKO Armaturen & Separationstechnik GmbH [online] [cit 11.11 2012] dostupné z <http://www.cestine.ako-armaturen.de/cz/produkte/pneumaticke-hadicove-ventily/provedeni-s-vnitrim-zavitem/serie-vmp.html>
- [4] AKO Armaturen & Separationstechnik GmbH [online] [cit 11.11 2012] dostupné z <http://www.cestine.ako-armaturen.de/cz/vyrobky/pneumaticke-hadicove-ventily.html>
- [5] HOTFROG.DE [online] [cit 19.11 2012] dostupné z <http://www.hotfrog.de/Firmen/AKO-Armaturen-Separationstechnik>
- [6] LEINVEBER, Jan, VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. Třetí doplněné vydání. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.
- [7] INDUSTRYSTOCK.COM [online] [cit 19.11 2012] dostupné z <http://www.industrystock.de/pressenews/de/2011/8/16>
- [8] GMS-MOST, s. r. o distribuce průmyslových, odsávacích a hydraulických hadic [online] [cit 19.11 2012] dostupné z <http://www.gms-most.cz/hadice-prumyslove.html>
- [9] POPYPLASTY s.r.o. [online] [cit 27.11. 2012] dostupné z <http://ne.polyplasty.cz/index.php?page=polyacetal-pom>
- [10] LPM s.r.o Technické díly z plastů [online] [cit 15.12 2012] dostupné z <http://www.lpm.cz/cgi-bin/riweta.cgi?nr=1202&lng=1>
- [11] LEGRIS.COM [online] [cit 15.12 2012] dostupné z http://www.sk-hydraulika.cz/lf3000_CZ.pdf
- [12] FLUIDTECHNIK BOHEMIA, s.r.o. [online] [cit 11.11.2012] dostupné z http://www.fluidbohemia.cz/resources/upload/data/426_A4P021CZ_89-107.pdf
- [14] GENERAL WELD s.r.o [online] [cit 15.12 2012] dostupné z <http://www.generalweld.cz/cz/standards.php?id=7>

- [15] BAMBULA, Michael. *Název: Hodnocení obrábělnosti slitin hliníku – kriteria hodnocení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 27 stran., 2 přílohy. Vedoucí práce: prof. Ing. Bohumil Bumbálek, CSc. [online] [cit 10.12 2012] dostupné z http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6432
- [16] GLEICH Aluminium s.r.o. [online] [cit 15.12 2012] dostupné z <http://gleich.de/cz/produkty/tye/en-aw-2007>
- [17] BRYCHTA, J., Čep R., Petrů J., Výrobní stroje obráběcí. 2012 Ostrava: Ediční středisko VŠB-TUO 140s. ISBN 80-248-0237-6
- [18] ČERNÝ, T.: Racionalizace technologie výroby vybrané součásti. Ostrava: katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 54s. Bakalářská práce, vedoucí Tichá, Š. [online] [cit 17.3. 2013]
- [19] ZELENÝ, P. VÝROBNÍ STROJE I. – Obráběcí stroje 2005 Liberec: Katedra výrobních systémů, Fakulta strojní Technická univerzita v Liberci [online] [cit 17.3. 2013]
- [20] SYNEK, M. a kol. Podniková ekonomika. 3. vyd. Praha : C.H.Beck, 2002. 479 s. ISBN 80-7179-736-7.
- [21] MARTIŇÁK, Marek. *TECHNOLOGICKÉ A EKONOMICKÉ ASPEKTY APLIKACE CNC OBRÁBĚCÍCH CENTER*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 57 s., 8 příloh. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jaroslav Prokop, CSc. [online] [cit 20. 4. 2013]
- [22] VYPOČETELEKTRINY.CZ [online] [cit 20. 4. 2013] dostupné z <http://vypocetelektriny.cz/cena-za-kwh-elektriny>